

SUPERKONDENSAATTORIEN JUOTOSMENETELMÄN TEHOSTAMINEN

Case: Teknoware Oy

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Mekatroniikka
Kevät 2018
Emma Aho

Tiivistelmä

| | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|
| Tekijä(t) Aho Emma | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK | Valmistumisaika kevät 2018 |
| | Sivumäärä 24 | |
| Työn nimi Superkondensaattorien juotosmenetelmän tehostaminen Case: Teknoware Oy | | |
| Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma (mekatroniikka) | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella tehokas kondensaattorien juotosmenetelmä Teknoware Oy:lle turvavalaisimien loppukokoonpanoon. Projektiin sisältyi tiedonhaku, ideointia, automaatio- ja mekaniikkasuunnittelua, komponenttien mitoittamista sekä lopuksi kustannusarvion tekeminen. Työssä esitellään suunnittelutyön vaiheet ja tulokset.</p> <p>Juotosmenetelmän kehittämisen tarpeellisuuden syynä oli nykyisen menetelmän hitaus ja isot työkustannukset. Tilalle tarvittiin jokin edullisempi ja tehokkaampi ratkaisu. Nämä asiat otettiin huomioon suunnittelussa, ja tuloksena syntyi toimintasuunnitelma puoliautomatisoidulle juotoslaitteelle. Laite koostui kolmesta lineaariyksiköstä, sähköisestä tarttujasta, konenäöstä, juotosasemasta ja pinnientaivutuspiisteestä.</p> <p>Ennen suunnittelua tutustuttiin kondensaattorien juottamisen nykytilaan ja työvaiheisiin. Sen pohjalta alettiin suunnitella tehokkaampaa menetelmää. Mallintamisessa ja piirtämisessä käytettiin Solidworks 3D -suunnitteluohjelmaa. Toimilaitteet mitoitettiin yhdessä suomalaisen automaatiokomponenttitoimittajan Movetec Oy:n kanssa.</p> <p>Lopputuloksena oli laitteen toimintakuvaus, 3D -malli ja kustannusarvio. Konkreettista laitetta ei syntynyt, mutta se ei ollut tarkoituksenakaan, vaan tehdä suunnitelma laitteesta, jota voidaan mahdollisesti viedä Teknowarella eteenpäin. Tuotannon tehostaminen ja automatisointi on pitkä prosessi, eikä muutoksia saada aikaan nopeasti. Tämän opinnäytetyön pohjalta voidaan helpommin aloittaa tekemään mahdollista kehitystyötä ja toteuttamaan automatisointia.</p> | | |
| Avainsanat juottaminen, kondensaattori, automaatio | | |

Abstract

| | | |
|---|--|--------------------------|
| Author(s) Aho Emma | Type of publication Bachelor's thesis | Published spring 2018 |
| | Number of pages 24 | |
| Title of publication Efficient method for soldering supercapacitors Case: Teknoware Ltd | | |
| Degree programme Bachelor's Thesis in mechatronics | | |
| <p>Abstract</p> <p>This thesis deals with planning an efficient method to solder the capacitors for the manufacturing department of emergency lighting at Teknoware Ltd. The project included research, brainstorming, designing, automation planning, modelling assembly, sizing the actuators and making a cost estimate. The thesis focuses on the planning work and the results of the project.</p> <p>The reason for this intensification of soldering was an outdated method and high work expenses from the production. There was a need for an efficient and cheaper method. This was considered things in planning and designing. The result was a plan of a half automated soldering apparatus. The apparatus consists of three linear actuators, a vision sensor, an electric gripper, a soldering rack and a pin bending plate.</p> <p>Before planning I was familiarized to the process of soldering capacitors at Teknoware. The process was used as base to plan an efficient method. The assembly and design of the apparatus was made with Solidworks 3D design software. Sizing and finding the right actuators was made with a Finnish automation reseller company Movetec Ltd.</p> <p>As final result of the study a description of the apparatus, 3D model and cost estimation was made. A concrete apparatus was not built because it was not within the range of the study. The idea of the thesis was to create a plan for a better method that could be taken as an option at Teknoware. Making the production more efficient and automated is a long process. This thesis can be used as a start for development and realization in the emergency lighting department at Teknoware.</p> | | |
| Keywords soldering, capacitor, automation | | |

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 1.1 | Teknoware Oy | 1 |
| 1.2 | Työnlähtökohdat | 2 |
| 1.3 | Tavoitteet ja sisältö | 2 |
| 2 | KONDENSAATTORIT | 3 |
| 2.1 | Kondensaattori | 3 |
| 2.2 | Superkondensaattorien käyttö Teknowarella | 3 |
| 2.3 | Samwha Capacitor Group | 4 |
| 3 | JUOTTAMINEN | 5 |
| 3.1 | Juottaminen yleisesti | 5 |
| 3.2 | Superkondensaattorien juottaminen Teknowarella | 5 |
| 3.3 | Prosessi | 6 |
| 4 | AUTOMATISOINTI | 8 |
| 4.1 | Automaatio | 8 |
| 4.2 | Automatisointi projektissa | 8 |
| 4.2.1 | Automatisoinnin hyödyt projektissa | 9 |
| 4.2.2 | Automatisoinnin haasteet projektissa | 10 |
| 4.3 | Konedirektiivit | 10 |
| 5 | TEHOSTETTU JUOTOSMENETELMÄ | 12 |
| 5.1 | Juotoslaite | 12 |
| 5.2 | Toimintakuvaus | 12 |
| 5.3 | Jigi eli kondensaattoriteline | 14 |
| 5.4 | Pinnien taivutus | 16 |
| 6 | TOIMILAITTEET | 18 |
| 6.1 | Projektissa tarvittavat komponentit | 18 |
| 6.2 | Movetec Oy | 18 |
| 6.3 | Toimilaite tarjous | 18 |
| 7 | PUOLIAUTOMAATIN KANNATTAVUUS | 19 |
| 7.1 | Juotosajan tutkiminen | 19 |
| 7.2 | Puoliautomaatin tehokkuus | 19 |
| 7.3 | Kustannusarvio | 20 |
| 8 | YHTEENVETO | 22 |
| | LÄHTEET | 23 |

1 JOHDANTO

1.1 Teknoware Oy

Teknoware Oy on perheomisteinen elektroniikka-alan yhtiö, joka suunnittelee ja valmistaa ajoneuvojen valaistusjärjestelmiä sekä turvavalaistusjärjestelmiä kiinteistöihin ja laivoihin. Teknoware on perustettu vuonna 1972. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Ilmarisentiellä Lahdessa ja työllistää yli 260 henkilöä (kuva 1). Yhteensä Teknoware työllistää noin 400 henkilöä, ja sillä on tehtaata lisäksi myös Connecutissa Yhdysvalloissa sekä Sienchicessä Puolassa.

Maailmalla Teknowaren tuotteita myy yli 30 yhteistyöyritystä sekä tytäryhtiöt Arabiemiraateissa, Yhdysvalloissa ja Ruotsissa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2016 oli 57,1 miljoonaa euroa. (Teknoware Oy 2017.)

Teknowaren kaikkien turvavalaistustuotteiden suunnittelu ja valmistus tapahtuu Lahdessa. Tuotanto koostuu loppukokoonpanosta, elektroniikkatuotannosta, johtosolusta ja metallituotannosta. Loppukokoonpano on jaettu turvavalaistus tuotteiden ja ajoneuvovalaistuksen osastoihin. Elektroniikkatuotannossa valmistetaan kaikki yrityksen elektroniikkakomponentit ajoneuvo- ja turvavalaisinpuelelle. Kaikki mekaniikan metalliosat valmistetaan metallituotannossa, jossa valmistetaan metallikomponentteja vuorokauden ympäri. Teknowaren tuotanto on pitkälle automatisoitu ja se sisältää kaikki keskeiset työvaiheet. Kaikki tuotteet käyvät myös läpi tietokoneohjatut testit tuotannon eri vaiheissa.

Suunnittelu ja tuotekehitys toteutetaan 3D-ohjelmilla. Tuotesuunnittelua varmennetaan prototyypein ja mallikappalein. Suunnittelulla on käytössään erilaisia laboratorioita ja testausmenetelmiä, joiden avulla löydetään parhaat ja edullisimmat ratkaisut laadusta tinkimättä.



Kuva 1. Kuvassa Teknowaren Lahden toimipisteen kolme rakennusta (Teknoware Oy 2016)

1.2 Työnlähtökohdat

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella superkondensaattorien tehokas juotosmenetelmä Teknoware Oy:lle, vaihtoehdoksi nykyiselle menetelmälle. Muita vaatimuksia työlle ei asetettu kuin, että se tekisi juottamisesta tehokkaampaa. Kondensaattorien juottaminen tapahtuu tällä hetkellä käsityönä, mikä on hidasta, hankalaa ja juotosjälki paikoin epätarkkaa. Lisäksi työkustannukset ovat suhteellisen korkeat. Turvalaitevalmistuksen loppukokoonpanoon kaivataan modernisointia ja automatisointia. Tällä hetkellä kondensaattoreita juotetaan käsin päivittäin ja se vie aikaa muista työtehtävistä.

Mahdollinen laitteen toteutus ja nykytilan muuttaminen Teknowarella on avoinna. Tarkoituksena on kehittää toimiva konsepti tai idea, jonka pohjalta automatisointia lähdetään mahdollisuuksien ja resurssien mukaan kehittämään.

1.3 Tavoitteet ja sisältö

Työn tavoitteena on suunnitella ja ideoida yksinkertainen ja mahdollisimman edullinen, kokonaan tai osittain automatisoitu kondensaattorien juotosmenetelmä turvalaitevalmistuksen nopeuttamiseksi ja työkustannusten vähentämiseksi. Henkilökohtaiseksi tavoitteeksi projektissa asetin mekaniikka- ja automaatio suunnittelutaitojen kehittämisen sekä laitesuunnitteluun tutustumisen. Tavoitteenani on myös oppia juottamisesta ja erilaisista automaatiomuodoista sekä laajentaa tietämystäni automaatiossa käytettävistä komponenteista.

2 KONDENSAATTORIT

2.1 Kondensaattori

Kondensaattorit ovat kaksinapaisia sähkötekniikassa käytettäviä passiivikomponentteja, joilla on kyky varastoida sähköä. Yksinkertaisimmillaan ne voivat olla vain kaksi lähekkäin olevaa metallilevyä, mutta käytännön toteutuksia on monia. Kondensaattoreista voidaan muodostaa systeemejä kytkemällä ne rinnan tai sarjaan. (Elo 1998.)

Perinteisesti kondensaattorissa sähköä varastoidaan kiinteän eristeen eristämiin elektrodeihin. Superkondensaattorit eroavatkin perinteisestä siten, että niillä on suurempi kyky varastoida energiaa. Niissä on sähkökemiallinen mekanismi, joka tuottaa kaksi sähköistä eristeen tavoin toimivaa kerrosta. Kondensaattorin kykyä varastoida sähköä mitataan suureella kapasitanssi. (Shandel 2014.)

2.2 Superkondensaattorien käyttö Teknowarella

Kondensaattoreita käytetään Teknowarella ESCAP-tuotteissa (kuva 2). Näissä valaisimissa akku on korvattu huoltovapaalla superkondensaattorilla, jonka elinikä on yli 10 vuotta. ESCAP-yksikkövalaisimet voidaan kierrättää elektroniikkajätteenä sellaisenaan, toisin kuin esimerkiksi akulliset yksikkövalaisimet. Nämä valaisimet ovat ympäristöystävällisiä ja huoltovapaita. Superkondensaattoreiden menekki on suuri, niitä myydään valaisimien mukana noin 50 000 kappaletta vuodessa. (Teknoware Oy 2018a.)



KUVA 2. ESCAP-tuoteperheen valaisimia

2.3 Samwha Capacitor Group

Teknowarella käytetään korealaisen Samwha Capacitor Groupin Green-Cap EDLC-elktrilyyttisuperkondensattoreita (kuva 3). Yritys on perustettu vuonna 1956, sen toimitusjohtaja on Hwang Ho-jin ja pääkonttori sijaitsee Etelä-Korean Gyeonggi-dossa. Työntekijöitä heillä on 413 ja tytäryhtiöitä 13. Samwha valmistaa erilaisia kondensattoreita eri tarkoituksiin. Tuotevalikoimasta löytyy myös esimerkiksi muuntajia, magneetteja ja ylijännitesuojia. (Samwa Capacitor Group 2018.)



KUVA 3. Samwha Capacitor Groupin logo (Samwa Capacitor Group 2018.)

3 JUOTTAMINEN

3.1 Juottaminen yleisesti

Juottamisella tarkoitetaan kahden tai useamman metalliosan yhdistämistä metallisella si-
deaineella eli juotteella, jonka sulamispiste on alhaisempi kuin yhdistettävien metallien.
Teollisuudessa juottaminen tapahtuu pääasiassa automaattikoneilla, mutta joskus se jou-
dutaan tekemään käsityönäkin, kuten johtimien liittäminen superkondensaattoreihin Tek-
nowarella. (KAMAT-tietokortti 2007, 1)

Juottaminen voidaan jakaa kahteen pääryhmään: kova- ja pehmeäjuottamiseen. Peh-
meäjuotoksissa käytettävä juote on yleensä tinan ja lyijyn seos, mutta siinä voi olla muita-
kin lisäaineita, jotka vaikuttavat juotteen ominaisuuksiin. (Leppänen 2011.)

Koska juotosprosessi tapahtuu huomattavasti alhaisemmassa lämpötilassa kuin mikä on
juotettavien osien sulamispiste, niin sulaa prosessissa ainoastaan juoteaine. Tästä huoli-
matta juotteen levitessä juotettavien metalliosien pintaan muodostavat juote ja metalliosa
yhdessä ohuen seoskerroksen. Koska pehmeäjuotoksen mekaaninen kestävyys on varsin
heikko, sen normaali käyttö kohdistuu yleensä liitoksen sähköisiin ominaisuuksiin eikä
niinkään mekaaniseen lujuuteen.

3.2 Superkondensaattorien juottaminen Teknowarella

Teknowaren turvavalaistuksen kokoonpano-osastolla on tällä hetkellä käytössä neljä
juotoskaappia. Juottamiseen käytetään Alphan Telecore HF-850-lankaa ja Thermaltronic-
sin TMT-9000S-kolvina (kuva 4).



KUVA 4. Yksi Teknowaren juotoskaapeista, jossa työhön tarvittavat välineet

3.3 Prosessi

Kondensaattorit ovat 50 kappaleen laatikoissa, joissa jokaisella kondensaattorilla on oma potero ja ne on asetettu pinnit eli plus- ja miinusnapa alaspäin (kuva 5). Kondensaattorit otetaan yksi kerrallaan pöydälle, ja niiden pinnit taivutetaan 90 asteen kulmaan painamalla kondensaattori muovialustaa vasten (kuva 6). Tämän jälkeen pinnit esitinataan eli niihin sulatetaan kolvilla tinalankaa (kuva 7). Esitinauksen jälkeen johtojen päät tinataan kiinni kondensaattorien napoihin. Kun tinaus on valmis, liimataan tarra liitoksen päälle sekä tyyppitarra kondensaattorin kylkeen (kuva 8). Kondensaattorit asetellaan takaisin laatikkoon.



KUVA 5. Kondensaattorilaatikko, joka on kooltaan 50 x 20 cm ja sisältää 50 kondensaattoria



KUVA 6. Alusta jota vasten kondensaattorin pinnit taivutetaan



KUVA 7. Työntekijä sulattaa tinaa kondensaattoreiden pinneihin



KUVA 8. Työntekijä liimaa tarrat kondensaattoreiden liitoksen päälle

4 AUTOMATISOINTI

4.1 Automaatio

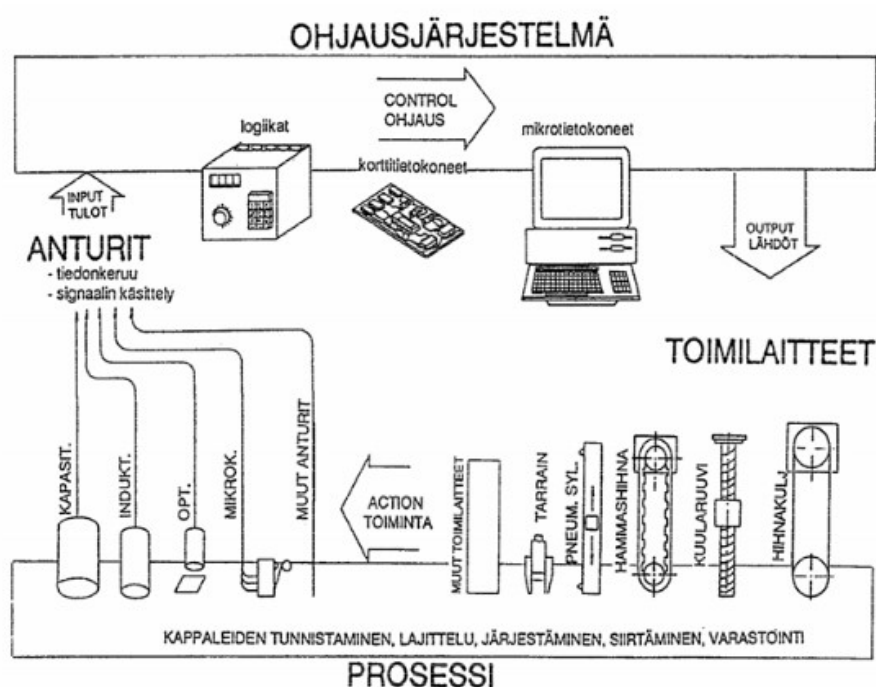
Automatisointi ja robotisointi ovat nykypäivää. Automaatio tarkoittaa toimintaa, joka voi tapahtua ilman ihmisen jatkuvaa vaikutusta ja ohjausta. Automaatio-sanaan liitetään usein automatisoivan toiminnan nimi, jolloin voidaan puhua ainakin seuraavanlaisista automaatioista:

- prosessiautomaatio
- konepaja-automaatio
- tehdasautomaatio
- kiinteistöautomaatio
- koneautomaatio.

Opinnäytetyössäni on kyseessä kone- ja kappaleenkäsittelyautomaatio. Koneautomaatioissa voidaan suunnittelun puolesta erottaa kaksi erilaista automatisointitasoa: pienimuotoinen koneautomaatio ja laajempimuotoinen kappaleenkäsittelyautomaatio. Pienimuotoista koneautomaatiota ovat esimerkiksi siirto-, työstö- tai kokoonpanotehtävän tai valmistuslinjan automatisointi. (Pitkälä 2008, 3-7.)

4.2 Automatisointi projektissa

Suunnitteluprosessia lähdin työstämään kappaleenkäsittelyn näkökulmasta, tutkin miten kondensaattoreita voisi siirtää paikasta toiseen. Parhaimmaksi keinoksi kondensaattorien siirtämiseen havaitsin lineaariliikkujan x,y,z-koordinaatistossa sekä sähköisen tarttujan kappaleenkäsittelyyn, kondensaattorin hieman hankalan muodon vuoksi. Puoliautomaatioon menetelmään päädyin tutkimalla juotosprosessia Teknowarella. Johtojen juottaminen ja tarran liimaaminen täysin automaattisesti vaatisi pidempää ja kokeneempaa suunnittelua. Erilaisten johtimien eli halkaisijaltaan ja pituudeltaan eri suuruisten sekä niihin liitettyjen liittimien siirtely automaattisesti vaatisivat tarkkaa kappaleenkäsittelyä ja monipuolista mekaniikkaa. Päätin rajata nämä toimenpiteet automaation ulkopuolelle ja keskittyä vain kondensaattorin siirtelyyn.



KUVA 9. Automaatiojärjestelmän toimintaperiaate (Automaatiotekniikan luennot 2008)

Yllä olevan kuvan (kuva 9) mukaisen automaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutus vaatii osaamista ja tietämystä ohjausjärjestelmistä, toimilaitteista, antureista ja toteutettavan prosessin vaatimasta mekaniikasta. Tarvittavien komponenttien ja toimilaitteiden mitoituksen tälle projektille sain Movetecilta. Suunnittelin ja ideoin juotosmenetelmän tämän kaavion pohjalta.

4.2.1 Automatisoinnin hyödyt projektissa

Automatisoinnin hyötyjä on monia, joista mainittakoon esimerkiksi seuraavat: tuotteiden läpimenoajan nopeutuminen, työ kustannuksien aleneminen, lisää tehokkuutta, vapauttaa työntekijöitä muihin tehtäviin ja juotosvirheet pienenevät. Merkittävänä hyötynä voidaan myös mainita lopputuotteiden hintojen halpeneminen, kun työnosuus putoaa. Halvemmat hinnat takaavat parempaa osuutta markkinoilla.

Eräs tärkeä huomio on myös, että automatisoinnin avulla käsiä rasittavia työvaiheita jää pois. Työntekijä pystyy lepuuttamaan käsiään sen ajan kun laite on toiminnassa. Tämä siis vähentää työstä aiheutuvaa räsitystä ja mahdollisia sairauspoissaoloja.

4.2.2 Automatisoinnin haasteet projektissa

Mahdollisina haasteina projektissa ovat koneturvallisuus, vikatilanteet ja huolto. Nämä kaikki ovat kuitenkin täysin ratkaistavissa ja oikealla huoltamisella sekä ohjeistuksella laitteisto pysyy kunnossa. Myös investointia voidaan pitää haasteena, automaation on oltava edullista, jotta se maksaisi itsensä takaisin mahdollisimman lyhyessä ajassa.

Haasteena voidaan mainita myös käyttäjien koulutus ja toteuttaminen. Uuteen työmenetelmään kouluttamiseen ja sen käyttöönottamiseen tarvitaan paljon esityötä. Ohjeistus on tehtävä selkeäksi ja koulutustarpeeksi kattavaksi, jotta vaaratilanteilta vältytään. Huomattavana haasteena on myös konseptin toimivuuden takaaminen käytännössä. Testaaminen ilman konkreettista laitetta ja komponentteja on hankalaa.

4.3 Konedirektiivit

Suunnittelijalla on vastuu siitä, että kone on suunniteltu standardien mukaisesti. Koneen loppukäyttäjällä (koneen hankkijalla) on velvollisuus huolehtia siitä, että kone on turvallinen käyttää normaaleissa käyttö-, huolto- ja korjaustehtävien yhteydessä. Valmistajalla on EU direktiivin mukainen vastuu huolehtia, että kone on rakennettu mekaanisesti ja sähköisesti siten, että se ei aiheuta käyttäjälle vaaraa.

Suunnittelussa on huomioitu alla olevia standardeja:

- SFS-EN ISO 12100 = Perusstandardi (SFS-EN 292 = vanha perusstandardi)
- SFS-EN 294 = Turvaetäisyydet (yläraajat)
- SFS-EN 349 = Turvavälistandardi (kehon osien puristumisvaarat)
- SFS-EN 418 = Hätöpysäytys
- SFS-EN 547 = Ihmisen mitat
- SFS-EN 614 = Ergonomia
- SFS-EN 775 = Robottistandardi
- SFS-EN 811 = Turvaetäisyydet (alaraajat)
- SFS-EN 953 = Suojukset (kiinteät ja avattavat)
- SFS-EN 954-1 = Ohjausjärjestelmästandardi
- SFS-EN 983 = Pneumatiikkastandardi

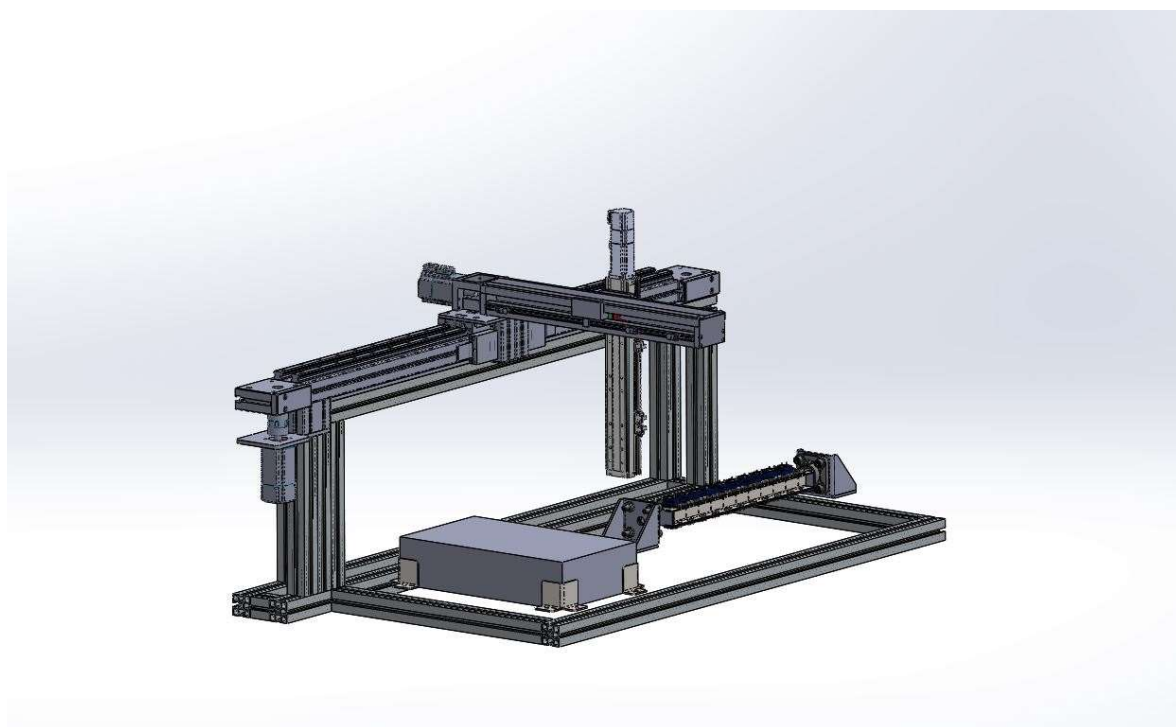
- SFS-EN 1037 = Odottamattoman käynnistyksen estäminen
- SFS-EN 1050 = Riskinarviointi
- SFS-EN 1088 = Suojusten kytkentä koneen toimintaan
- SFS-EN 60204-1 = Sähkölaitestandardi.

5 TEHOSTETTU JUOTOSMENETELMÄ

5.1 Juotoslaite

Laite on yksinkertainen manipulaattori, ja sen ominaisuuksiin kuuluu kappaleen käsittely, sekä kuljetus, yksi helppo työvaihe ja käsityö. Lähtökohtana on, että toteutukseen ei tarvita vaativaa mekaniikkaa tai vaikeasti hankittavissa olevia komponentteja. Layout-kuva ei ole viimeistelty, mutta mitoitettu ja suunniteltu niin, että sen pohjalta voidaan rakentaa toimiva ja turvallinen laite (kuva 10).

Layout ja komponentit on tehty Solidworks 3D-piirto-ohjelmalla. Tämä suunnitteluohjelma on käytössä myös Teknowarella. Itselläni on ohjelmasta Lahden ammattikorkeakoulun Student Edition-lisenssi, jolla olen tehnyt laitteen 3D-mallin.



KUVA 10. Layout, alumiinirunkoon asennettu lineaariliikkujat ja moottorit. Juotosteline ja kondensaattori laatikko alumiinirungon sisällä

5.2 Toimintakuvaus

Laite on suunniteltu toimimaan siten, että kondensaattorilaatikko asetetaan paikoilleen kulmapalojen sisälle. Kulmapalat voidaan kohdentaa haluttuun paikkaan. Lineaarisesti liikkuva tarttuja hakee kondensaattorit laatikosta yksikerrallaan. Tarttuja on sähköisesti toimiva ja pyörii 360 astetta akselinsa ympäri molempiin suuntiin.

Tarttuja pyörittää kondensaattoria konenäön tunnistuksen edessä laatikon yläpuolella. Tunnistusetäisyys on noin puoli metriä. Konenäkö havaitsee kondensaattorin kyljessä oleva raidan (kuvio 11), joka on miinusnavan merkki. Tämän tiedon avulla tarttuja pyöräyttää kondensaattorin siten, että miinusnapa jää oikealle puolelle paikoitettuun asentoon ja kulmaan. Tarttuja painaa kondensaattorin miinusnavan kovaa alustaa vasten, jolloin se taipuu noin 90 kulmaan.



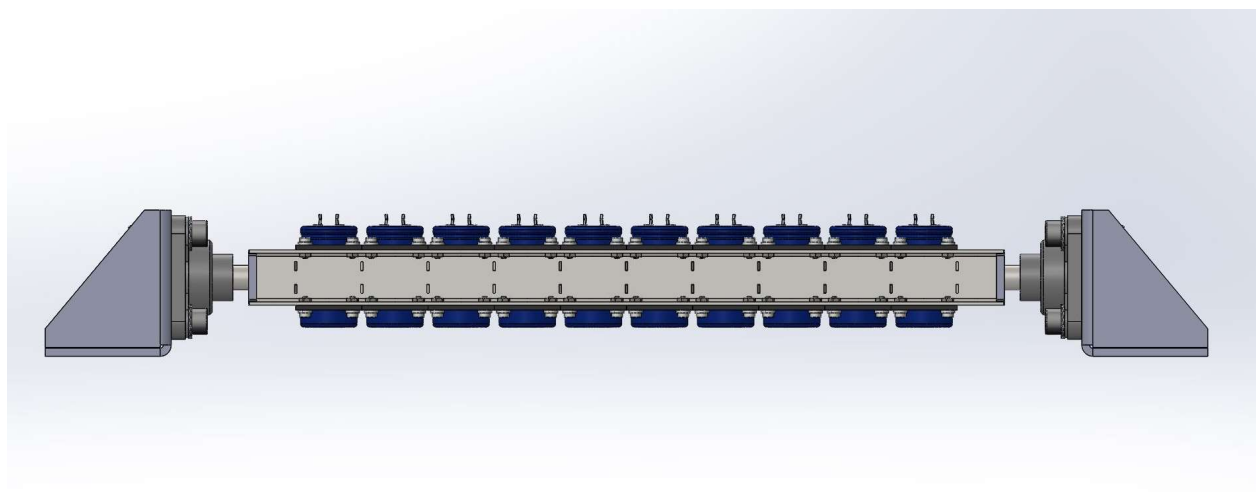
KUVA 11. Kondensaattorin miinusnapa merkitty harmaalla paksulla viivalla

Miinusnavan taivutuksen jälkeen tarttuja pyörähtää 180 astetta ja taivuttaa kondensaattorin positiivisen navan noin 90 asteen kulmaan. Pinnien taivutuksen jälkeen tarttuja asettaa kondensaattorin jigiin. Jigiin mahtuu kymmenen kondensaattoria. Kun kymmenen kappaletta kondensaattoreita on asetettuna telineeseen, se pyörähtää 180 astetta ja saavuttaa pystyasennon, jolloin laitteisto pysähtyy.

Kun laitteisto on pysähtynyt, alkaa niin sanottu käsityövaihe ja koulutettu henkilö, juottaa johtojen päät jigissä olevien kondensaattorien pinneihin. Juottamisen jälkeen työntekijä liimaa tarran juotoksen päälle. Kun työvaihe on valmis, henkilö painaa molemmin käsin kahta kytkintä, jotta laite käynnistyy uudelleen. Tarttuja hakee yksitellen kondensaattorit takaisin laatikkoon. Tämän jälkeen kierros alkaa alusta ja toistuu, kunnes kaikki laatikon 50 kondensaattoria, ovat käyty läpi. Tämän jälkeen laatikko vaihdetaan, jos kondensaattoreita tarvitsee juottaa lisää. Tyypitarrat liimataan kondensaattoreihin, joko ennen juotoksen alkua tai käsityövaiheiden välissä valmiiksi juotettuihin kondensaattoreihin, jotka ovat eri laatikossa.

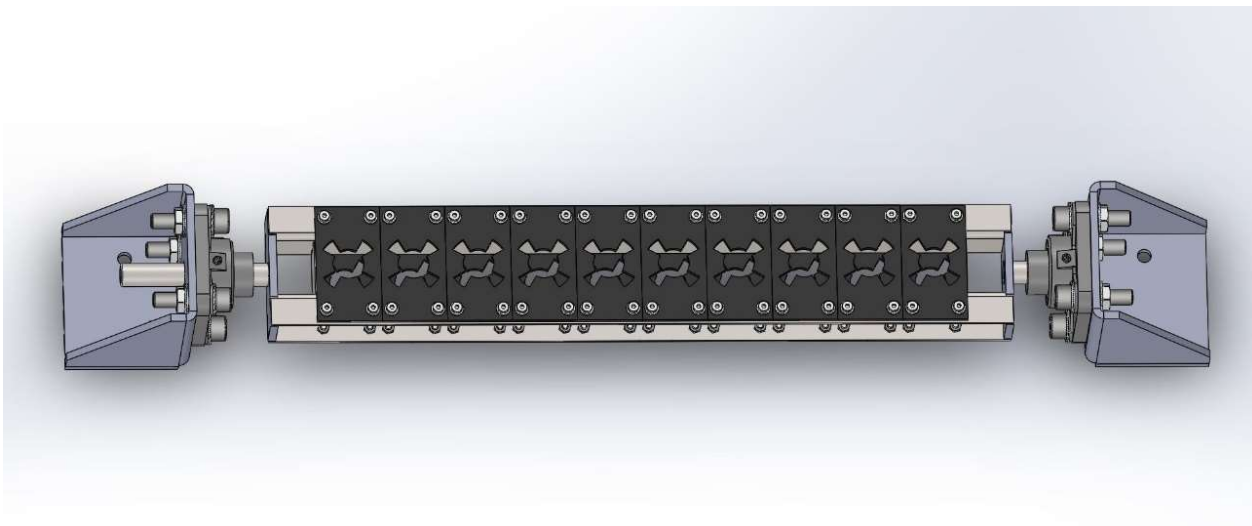
5.3 Jigi eli kondensaattoriteline

Jigi on suunniteltu siten, että siihen mahtuu kymmenen kondensaattoria (kuva 12). Toiseen päähän on kiinnitetty sähkömoottori, joka pyörittää jigiiä. Koska kondensaattorit ovat laatikossa pinnit alaspäin, on jigi suunniteltu niin, että poteroiden molemmat päät ovat avoimet. Tarttuja työntää kondensaattorin poteroon suoraan ylhäältä päin, jolloin kondensaattorin pinnit jäävät osoittamaan alaspäin.



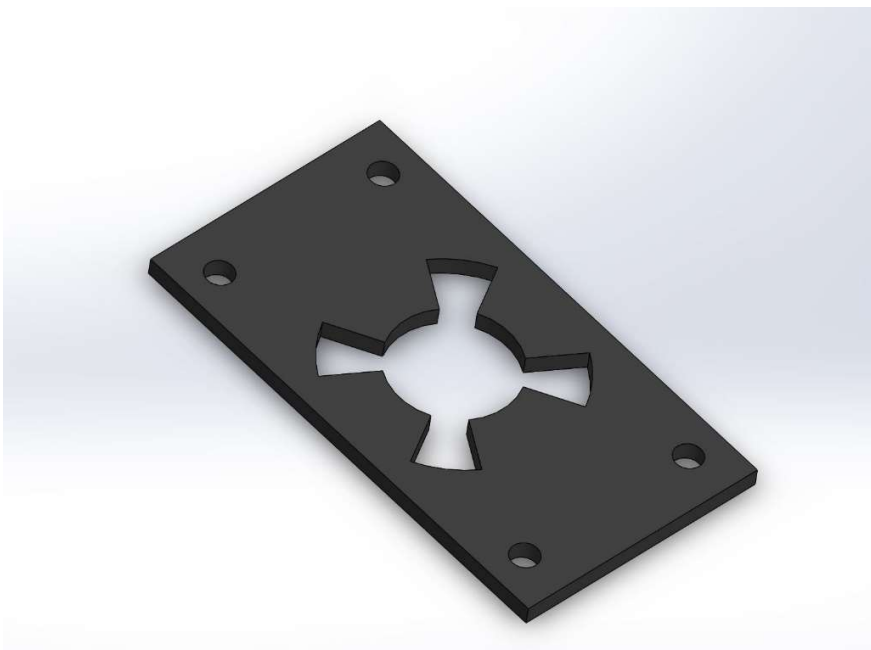
KUVA 12. Kondensaattoriteline, jossa kymmenen kondensaattoria

Telineen korkeus on kondensaattoreita huomattavasti matalampi, jotta sormitarttuja saa otteen kondensaattoreista, juotostelineen kummaltakin puolelta. Kun kymmenen kondensaattoria on asetettuna jigiiin, sähkömoottori pyöryttää sitä 180 astetta, jotta kondensaattorien navat osoittavat suoraan ylöspäin ja ne voidaan juottaa johtoihin käsin.



KUVA 13. Jigi kuvattuna ylhäältä

Kondensaattoreita pitävät paikallaan kumit (kuva 14), jotka on kiinnitetty poteroiden molempiin päihin ruuveilla. Kumit pitävät kondensaattorit tukevasti paikoillaan ja mahdollistaen työntö ja vetoliikkeen. Suunnittelemani muotoilusta ei ole valmistettu esimerkkikappaletta, joten testausta ei ole tehty. Ratkaisuja on kuitenkin monia materiaalilla ja muotoilulla on suuri merkitys. Toimivan ratkaisun löytäminen vaatii erilaisten vaihtoehtojen testausta. Huomioon on myös otettava, että kumipidikkeisiin kohdistuu rasittavaa liikettä, joten ne todennäköisesti ajan myötä löystyy ja hapertuu. Siksi niiden täytyy olla vaihdettavissa ja irrotettavissa jigistä.

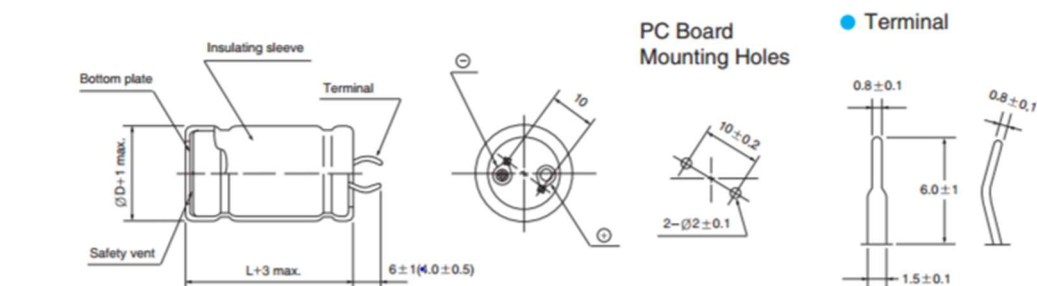


KUVA 14. Suunnittelemani malli kumista Solidworks-ohjelmalla

5.4 Pinnien taivutus

Pinnien taivutus tapahtuu tarttujan avulla. Yhden kondensaattorin massa on noin 75 g ja fyysiset mitat (kuva 15) mittakuvan mukaiset. Testasin kondensaattorin pinnien taivuttamista käsin. Taivutin pinnejä Teknowaren tuotekehityksen laboratoriossa olevaa tarkkaa vaakaa vasten, 45 asteen kulmassa ja vaa'an maksimiarvo oli 750 g. Tulos on mitattu taivuttamalla molemmat pinnit samaan aikaan, jolloin ne taipuvat myös samaan suuntaan (kuva 16).

Ideaalinen taivutus olisi, että pinnit taipuvat eri suuntiin (kuva 17). Jos pinnit taivutetaan yksi kerrallaan, voiman tarve vähenee. Pinnit voidaan taivuttaa Movetecin tarjoaman sähköisen tarttujan avulla. Pinnien taivutus kohtisuorasti alustaa vasten onnistuu, kun ne taivutetaan yksitellen. Mittakuvasta (kuva 13) näkyy pinnien muoto, ne eivät ole suorat, vaan pienessä kulmassa. Tämän mahdollistaa niiden taivuttamisen kohtisuorasti.



● CHARACTERISTIC LIST & DIMENSIONS

| Rated Voltage | Capacitance (F) | ESR, 1KHz (mΩ) | ESR, DC (mΩ) | LC (72hr) (mA Max.) | Max Continuous Current(A) | Max Peak Current(A) | Specific Energy (Wh/kg) (Wh/L) | | Weight (g) | Volume (ml) | Dimension ØD×L(mm) |
|---------------|-----------------|----------------|--------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------|------|------------|-------------|--------------------|
| 2.5 | 100 | 15.0 | 35.0 | 0.25 | 5.3 | 27.7 | 3.62 | 5.07 | 24 | 17 | 22 × 45 |
| | 200 | 10.0 | 20.0 | 0.50 | 10.4 | 50.0 | 4.13 | 5.46 | 42 | 32 | 30 × 45 |
| | 300 | 6.0 | 15.0 | 0.75 | 15.3 | 68.2 | 4.20 | 5.41 | 62 | 48 | 35 × 50 |
| | 360 | 6.0 | 12.0 | 0.90 | 18.5 | 84.6 | 4.17 | 5.41 | 75 | 58 | 35 × 60 |
| | 400 | 6.0 | 10.0 | 1.0 | 20.8 | 100.0 | 4.63 | 6.01 | 75 | 58 | 35 × 60 |
| 2.7 | 100 | 8.0 | 10.0 | 0.27 | 6.4 | 67.5 | 4.82 | 5.92 | 21 | 17 | 22 × 45 |
| | 200 | 7.0 | 9.0 | 0.54 | 12.3 | 96.4 | 5.33 | 6.37 | 38 | 32 | 30 × 45 |
| | 300 | 3.5 | 5.0 | 0.91 | 18.8 | 162.0 | 5.33 | 6.31 | 57 | 48 | 35 × 50 |
| | 360 | 3.2 | 3.8 | 0.97 | 22.7 | 205.2 | 5.21 | 6.31 | 70 | 58 | 35 × 60 |
| | 400 | 3.2 | 3.8 | 1.08 | 25 | 214.2 | 5.79 | 7.02 | 70 | 58 | 35 × 60 |

KUVA 15. Teknowarella käytettävät kondensaattorit ovat mitoiltaan 35 x 60mm



KUVA 16. Pinnit on taivutettu samaan suuntaan



KUVA 17. Tässä pinnit on taivutettu eri suuntiin

6 TOIMILAITTEET

6.1 Projektissa tarvittavat komponentit

Toimilaitteista pyysin tarjouksen Movetec Oy:ltä. Tarvittavia toimilaitteita ovat kolme mootoria, kolme lineaariliikkujaa, rajakytkimet lineaariliikkujille, konenäkö, pyörivätarttujan, runkorakenne, joka vastaa suunnitelmaani ja mahdolliset kytkentäkaapelit. Nämä edellä mainitut komponentit sisältyvät tarjouspyyntöön. Sähkökeskuks komponenteineen, suoja juotosalueelle ja tarvittavat metalliset mekaniikan ohutlevyosat ovat mahdollisuuksien mukaan saatavilla Teknowarelta, joten nämä olen jättänyt komponenttien hankinnan ulkopuolelle. Tarjouspyynnön ulkopuolelle on jätetty myös jigiä pyörittävä moottori ja logiikka.

6.2 Movetec Oy

Movetec Oy maahantuo, myy, markkinoi, koneistaa ja asentaa mekatroniikan, automaation, sekä IoT:n komponentteja, järjestelmiä ja materiaalinkäsittelylaitteita. Heidän palveluihin kuuluu myös koulutus ja konsultointi, sekä tekninen myynti ja tuki. Movetecin nettisivuilta on tilattavissa sähköpostitse yrityksen julkaisema MoveNews, joka ilmestyy kerran kuukaudessa. Julkaisu kertoo uutuustuotteista, teknisistä sovelluksista ja tekniikan kehitysvistä mahdollisuuksista. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Vantaalla. Myyntikonttoreita heillä on myös Närpiössä, Oulussa, Salossa ja Tampereella. (Movetec Oy 2018a, 2018b.)

6.3 Toimilaite tarjous

Movetecin tarjous sisälsi kolme lineaariyksikköä. Pisin yksikkö eli vaakaliike oli tarjouksessa Hiwin T45-hammashihnayksikkö, jossa on kahdet HGR20R-johteet sekä neljä lineaarilaakeria. Tarjouksen lyhyempi vaakaliike oli Hiwin KK80 kuularuuvikäyttöinen yksikkö. Molempiin yksiköihin sisältyivät myös Sunx S4 rajakytkimet. Pystysuuntainen lineaariliike oli Hiwin KC60 kuularuuvikäyttöinen yksikkö. Lisäksi jokaiselle lineaariliikkeille tarjouksessa oli myös oma Hiwin servomoottori. Pisin vaakaliike toimii 400W, lyhyempi vaakaliike 200W ja pystyliike 100W moottorilla.

Tarjoukseen oli laskettu myös kaikki kytkentäkaapelit, kytkimet ja vaihteet laitteille, sekä oman suunnitelmani pohjalta on myös laskettu hinta alumiiniprofiilille. Lisäksi värikameralinen konenäkö 20-500mm tunnistusetaisyydellä ja pyörivä tarttuja AFAGin tarttuja olivat tarjouksessa, molemmat kaikkien komponenttiensa kanssa.

7 PUOLIAUTOMAATIN KANNATTAVUUS

7.1 Juotosajan tutkiminen

Suoritin ajanoton kondensaattorien juottamisesta. Asetin koehenkilölle 10 kondensaattoria kaikki samansuuntaisesti riviin pinnit jo taivutettuina. Aikaa näiden kondensaattorien juottamiseen kului 2min 14s keskiarvona neljästä mittauskerrasta (taulukko 1). Tulosta ei voida pitää täysin todenmukaisena, sillä kondensaattorit olivat vapaasti rivissä, koehenkilö joutui itse tukemaan kondensaattoria juotoksen ajan. Suunnittelemassani menetelmässä kondensaattorit tulevat olemaan jigissä kiinni, jolloin juottajan ei tarvitse pitää kondensaattorista kiinni juotosta tehdessä, vaan hän voi keskittyä täysin juotoksen tekoon. Työstä tulee nopeampaa ja vakaampaa, sekä juotosjälki on tarkempi. Virheiden määrä on myös pienempi, kun kondensaattorit ovat asetettu jigiiin aina siten että plus napa on vasemmalla puolella.

Kaikki toimenpiteet mukaan lukien; kondensaattorin ottaminen laatikosta, pinnien taivutus, juottaminen, tarrojen liimaus ja laatikkoon takaisin laitto vie aikaa Teknowaren tuotannon ajanoton mukaan 63 sekuntia. Tähän aikaan perustuu, myös työlle laskettu hinta.

TAULUKKO 1. Mittaamani juotosajat tuotannon työntekijällä

| ajanottokerta | tulos |
|---------------|-------|
| 1 | 2:24 |
| 2 | 2:10 |
| 3 | 2:06 |
| 4 | 2:17 |
| ka | 2:14 |

7.2 Puoliautomaatin tehokkuus

Maksiminopeus Hiwin KK80-sarjan kuularuuvi lineaariyksiköillä on 1,48 m/s. Täydellä nopeudella ei lineaariliikkeitä voida ajaa, mutta jos nopeus tiputetaan puoleen olisi se 0,74 m/s, joten yhden kondensaattorin asettaminen jigiiin veisi aikaa noin viisi sekuntia maksimissaan, äärietäisyyksien perusteella. Tarttujan liikkumiseen tarvittavat matkat ovat

lyhyitä. Pisin kuljettava x-suuntainen matka on 850 mm, z-suunnassa 300 mm ja y-suunnassa 100 mm. Tämän viiden sekunnin aikana tarttuja hakee yhden kondensaattorin laatikosta, konenäkö tunnistaa miinusnavan, pinnit taivutetaan ja kondensaattori laitetaan jigiin.

Kymmenen kondensaattorin asettaminen valmiiksi veisi maksimissaan aikaa noin 50 sekuntia. Kondensaattorien vieminen takaisin laatikkoon on huomattavasti nopeampaa sillä pinnien taivuttaminen jää pois. Kun lisätään automaatioon kuluneeseen aikaan käsityön aika 2 minuuttia 14 sekuntia ja lasketaan kondensaattorien paluuliikkeelle sama aika kuin jigiin asettamiselle, tuloksena on 3 min 55 s. Voidaan olettaa, että tämä aika on ainakin puoli minuuttia enemmän kuin todellisuudessa.

Aikaan voidaan myös vaikuttaa tarttujan matkaa lyhentämällä. Juotoslaatikko ja jigi on mahdollista asentaa lähemmäksi toisiaan, kuitenkin niin, että käsityöalue saadaan rajattua. Myös kondensaattorien juottamiseen kuluvalla ajalla on iso vaikutus, kun työmenetelmä tulee tutuksi, tapahtuu juottaminen nopeammin.

Kymmenen kondensaattorin juotosprosessi puoli automaatilla on huomattavasti nopeampaa kuin käsin. Kymmenen kondensaattorin juottamiseen kokonaan käsin kuluu aikaa 63 sekunnin ajalla laskettuna 10minuuttia ja 30 sekuntia.

7.3 Kustannusarvio

Tällä hetkellä yhden kondensaattorin juottaminen maksaa Teknowarelle 66 snt. Kondensaattorien menekki vuodessa on noin 50000 kpl. Vuositasolla työ maksaa 33 000 e. Puoliautomaatin avulla käsityön osuus pienenesi noin 80 % jolloin hintaa yhden kondensaattorin työlle jäisi 13,2 snt. Vuodessa 50 000 kappaleen määrää tulisi maksamaan 6600 e, joka tarkoittaisi säästöä työssä 26400 euron verran.

Laitteen hinta Movetecin tarjouksen perusteella ja muualta hankittavien komponenttien kustannusarvion perusteella tulisi maksamaan n. 20000 euroa (taulukko 2). Laite maksaisi itsensä takaisin alle vuodessa, mitä voidaan pitää investoinnin kannalta erittäin hyvänä asiana.

TAULUKKO 2. Kustannusarvio suunnittelemani laitteelle

| | |
|------------------------|--------|
| Kustannusarvio: | |
| | |
| CPU (siemens) | 600e |
| Sähkökeskus | 300e |
| Jigin moottori | 150e |
| Jigi | 100e |
| Mekaniikkaosat | 100e |
| Movetecin tarjous | 17000e |
| Turvasuoja | 100e |
| Mahd. muut kulut | 500e |
| työkulut | 2000e |
| yht. | 20850e |

Movetecin tarjousta ja muiden komponenttien hintoja on mahdollista kilpailuttaa. Arvion olen laskenut suuntaa antavilla hinnoilla. Tutustuin markkinoiden tämän hetkisiin hintoihin, mitä ne maksaisivat yksityiselle henkilölle. Komponenttien hankinta myös Teknowaren osto-osaston avulla, saattaisi mahdollisesti tuottaa halvempia ratkaisuja.

8 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella konsepti, jonka avulla voitaisiin tehokkaammin juottaa kondensaattoreita Teknowarella turvavalaistuksen loppukokoonpano-osastolla. Konseptin suunnitteluun sain täyden vapauden. Ennakkovaatimuksia ei työlle asetettu. Aiempaa kokemusta automaatiolaitteen suunnittelusta yksin minulla ei ollut. Ryhmätöitä olin tehnyt Lahden ammattikorkeakoulun projektikursseilla, mutta silloin ideoimassa ja toteuttamassa oli useampi henkilö.

Opinnäytetyön aloittaminen lähti liikkeelle tutustumisella juottamiseen Teknowarella. Tämän jälkeen aloin miettimään miten juottamisen voisi toteuttaa automaation avulla. Miellessäni kävi monia erilaisia variaatioita, kunnes päädyin suunnittelemaan manipulaattori tyyppistä yksinkertaista laitetta. Minulle suunnittelu ja ideointi vaihe oli haastava, sillä aiempaa kokemusta ei juurikaan ollut. Tämä kuitenkin teki opinnäytetyöni teosta mielekäästä ja mielenkiintoista, sillä jouduin selvittämään hyvin paljon asioita miten edetä projektini kanssa.

Kun laite toimintasuunnitelman ja sketsien tasolla oli valmis, aloin hahmotella layout-kuvaa 3D -suunnitteluohjelma Solidworksin avulla. Taitoni ohjelman käyttämiseen olivat aika heiveröiset, mutta opin käyttämään Solidworksia projektini myötä huomattavasti paremmin. Layout-kuvaa tehdessäni otin yhteyttä Movetec Oy yritykseen ja kysyin tarjousta toimilaitteista. Ollessani yhteydessä Movetecin työntekijöiden kanssa opin erittäin paljon erilaisista toimilaitteista ja niiden ominaisuuksista. Heiltä sain apua komponenttien mitoittamiseen, sekä erilaisten vaihtoehtojen vertailuun.

Konkreettista laitetta opinnäytetyöstäni ei syntynyt, vaan se on esisuunnitelma Teknowarelle jatkojalostusta varten, sekä tutkielma automaation lisäämisen eduista juottamisprosessissa. Pääsin myös tavoitteeseeni ja opin hyvin paljon suunnittelusta, automaatiosta ja toimilaitteista. Opin myös paljon oma-aloitteisuutta opinnäytetyöni avulla, Teknowareltä sain apua ja ohjausta juottamisen tutkimiseen, mutta koko suunnittelu ja laitteen ideointi oli minun harteillani. Mielestäni sain aikaan kattavan raportin suunnittelemastani konseptista ja Teknowarelle tutkielman siitä, että juottamisesta voidaan saada nopeampaa ja edullisempaa.

LÄHTEET

Elo, I. Käyttöfysiikka Oy 1998. Kondensaattorit [viitattu 26.2.2018]. Saatavissa: <http://materiaalit.internetix.fi/fi/opintojaksot/5luonnontieteet/fysiikka/fysiikka6/kondensaattori>

KAMAT-tietokortti 2007. Pehmeäjuotos, työterveyslaitoksen tietokortti [viitattu 20.2.2018]. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2017/02/Pehmeajuotos.pdf>

Käki, M. 2007. Juotoskoulu [viitattu 20.2.2018]. Saatavissa: <http://www.mattikaki.fi/~w125312/juotoskoulu/>

Lavonen, J., Meisalo, V. & al 1994-1998. Kondensaattorit [viitattu 26.2.2018]. Saatavissa: <http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/mbl/sahko/kondensaattorit.htm>

Leppänen, I. J. 2011. Kolvinkäyttäjän ABC eli perusasioita juottamisesta [viitattu 20.2.2018]. Saatavissa: <http://ijl.mbnet.fi/juottaminen.html>

Pitkälä, M. Lahden ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikka osat 1 ja 2 [viitattu 1.2.2018]. Saatavissa: http://miniweb.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf_tiedostot/Automaatiotekniikka_osa1_osa2.pdf

Movetec Oy 2018a. MoveNews [viitattu 1.3.2018]. Saatavissa: <https://www.move-tec.fi/fi/palvelut/moveinfo>

Movetec Oy 2018b. Movetec yritys [viitattu 1.3.2018]. Saatavissa: <https://www.move-tec.fi/fi/yritys>

Teknoware Oy 2017. Turvavalaistus Highlighting safety, Teknowaren turvavalaistustuotteiden tuoteluettelo julkaistu 4/2017.

Teknoware Oy 2018a. Escap- turva- ja opastevalaisimet [viitattu 1.2.2018]. Saatavissa: <http://www.teknoware.com/fi/turvavalaistus/escap-turva-ja-opastevalaisimet-superkondensaattorilla>

Teknoware Oy 2018b. Turvavalaistus [viitattu 1.2.2018]. Saatavissa: <http://www.teknoware.com/fi/turvavalaistus>

Shandel, J. 2014. Superkondensaattorien käyttö yleistyy [viitattu 1.3.2018]. Saatavissa: <http://etn.fi/index.php/tekniset-artikkelit/2051-superkondensaattorien-kaytto-yleistyy>

Samwha 2018.About Samwha [viitattu 1.3.2018]. Saatavissa: http://www.samwha.com/company/com_ceo.aspx

Samwha Capacitor Group 2018. Company [viitattu 1.3.2018]. Saatavissa:

<http://www.samwha.com/capacitor/company/com.aspx>